

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-255474

(P2001-255474A)

(43)公開日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

テ-マ-ト*(参考)

E 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2000-69711(P2000-69711)

(22)出願日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(71)出願人 000208891

ケイディーディーアイ株式会社

東京都新宿区西新宿二丁目3番2号

(72)発明者 長尾 康之

埼玉県上福岡市大原2-1-15 株式会社

ケイディディ研究所内

(72)発明者 加藤 利雄

埼玉県上福岡市大原2-1-15 株式会社

ケイディディ研究所内

(74)代理人 100069257

弁理士 大塚 学

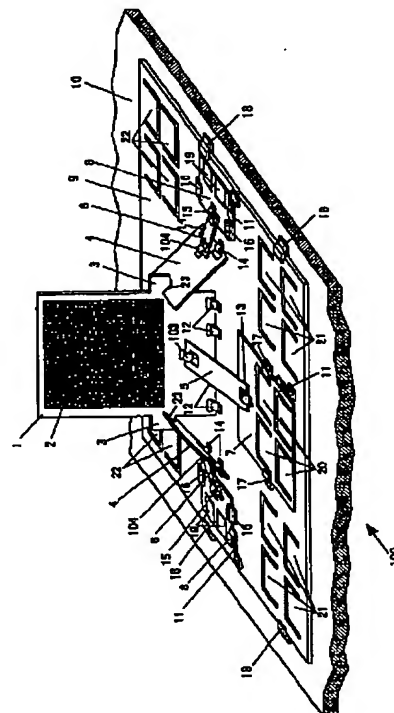
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ビーム空間伝播型光スイッチ

(57)【要約】

【課題】 マイクロミラーの角度精度が高く大規模マトリクススイッチ化に適しかつ自動組み立てを実行する機械の採用により製造が容易な光ビーム空間伝播型光スイッチを提供する。

【解決手段】 基板上を規制された方向にのみ並行移動可能な反射鏡スライダと、基板に対して垂直になるまで回転可能なるように反射鏡スライダに取り付けられたマイクロミラー型反射鏡と、反射鏡を基板に垂直になる姿勢まで引き起こしてその位置で固定する反射鏡組み立て機構と、その反射鏡の姿勢を維持するために前記反射鏡スライダに取り付けられた支持板を含む支持板組み立て機構とが予め備えられている。これらの組み立て機構により引き起こされた反射鏡の姿勢が支持板により支持されて組み立てが完了した状態で、反射鏡スライダの前後移動によって、反射鏡に入射する入力光の光路が切り替えられるように構成されている。



(2)

特開2001-255474

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、

該基板上を前記基板に固定されたガイドで規制された方向にのみ並行移動可能な反射鏡スライドと、
該反射鏡スライドを前記ガイドで規制された方向に前後移動させるためのアクチュエータと、
一端側の縁が少なくとも一つの第一のヒンジにより、該第一のヒンジの回転軸を回転中心として前記基板に対して垂直になるまで回転可能なるように、前記反射鏡スライドに取り付けられたマイクロミラー型反射鏡と、
前記反射鏡に第二のヒンジを介して結合され、前記反射鏡を前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こしてその位置で固定する固定機構を含む反射鏡組み立て機構と、
前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態になったときの該反射鏡の姿勢を維持するために、前記反射鏡スライドに取り付けられた支持板を含む支持板組み立て機構とが、予め備えられ、
前記反射鏡組み立て機構により前記反射鏡が前記引き起こされた状態で固定され、かつ、前記支持板組み立て機構により前記引き起こされ固定された前記反射鏡の姿勢が前記支持板により支持されて前記反射鏡の組み立てが完了し、
該組み立てが完了した状態で前記反射鏡スライドを前記アクチュエータによる前記前後移動によって、前記反射面を設けた前記反射鏡が該反射鏡に入射する空間伝播光ビームを反射して光路を折り曲げる第一の位置にあるかまたは該空間伝播光ビームを遮らない第二の位置にあるかに従って、該反射鏡に入射する入力光の光路が切り替えられるように構成された光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項2】 基板と、

該基板上を前記基板に固定されたガイドで規制された方向にのみ並行移動可能な反射鏡スライドと、
該反射鏡スライドを前記ガイドで規制された方向に前後移動させるためのアクチュエータと、
一端側の縁が少なくとも一つの第一のヒンジにより、該第一のヒンジの回転軸を回転中心として前記基板に対して垂直まで回転可能なるように、前記反射鏡スライドに取り付けられたマイクロミラー型反射鏡と、
前記反射鏡に第二のヒンジを介して結合され、前記反射鏡を前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こしてその位置で固定するための固定機構を含む反射鏡組み立て機構と、
前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態の前記反射鏡の側縁端部を挟持するための切り込みスリットを一端側に有し、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記切り込みスリットが前記側縁端部を挟持し、かつ、他端側が第三のヒンジにより、該第三のヒンジの回転軸を回転中心として回転可能なるように、前記反射鏡スライドに取り付け

2

られた少なくとも一つの支持板と、

前記支持板に第四のヒンジを介して結合され、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記切り込みスリットが前記側縁端部を挟持する姿勢まで引き起こされたその位置で固定するための固定機構を含む支持板組み立て機構が備えられ、
前記反射鏡組み立て機構により前記反射鏡が前記引き起こされた状態で固定され、かつ、前記支持板組み立て機構により前記引き起こされた前記支持板が前記固定された該反射鏡の前記側縁部を挟持して組み立てが完了し、
該組み立てが完了した状態で前記反射鏡スライドを前記アクチュエータによる前記前後移動によって、前記反射面を設けた前記反射鏡が該反射鏡に入射する空間伝播光ビームを反射して光路を折り曲げる第一の位置にあるかまたは該空間伝播光ビームを遮らない第二の位置にあるかに従って、該反射鏡に入射する入力光の光路が切り替えられるように構成された光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項3】 前記反射鏡組み立て機構が、前記反射鏡スライド上に該反射鏡スライドの前記並行移動の方向に沿って並進移動が可能なるように配置された反射鏡組み立て用スライドと、前記反射鏡の下部と前記反射鏡組み立て用スライドの一端部とを連結する反射鏡連結棒と、
前記反射鏡組み立て用スライドの前記並進移動を前記反射鏡が前記引き起こされた状態で停止させるために前記反射鏡組み立て用スライドの他端部を係止するように前記反射鏡組み立てスライド上に配置された前記反射鏡組み立て用スライドの固定機構とを備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項4】 前記反射鏡スライドには前記反射鏡の設置位置から前記反射面の前面の位置に縦長開口部が設けられており、

前記反射鏡組み立て機構が、前記基板上で前記反射鏡スライドの前記縦長開口部内に位置するように固定された反射鏡組み立てアンカと、一端側が前記反射鏡の下部と連結され他端側の側縁には前記反射鏡組み立てアンカと引っ掛かる突起部を有するとともに該他端の先端にはくさび部を設けた反射鏡連結棒と、前記反射鏡が該反射鏡スライドの該並行移動に伴って前記反射鏡連結棒の前記突起部が前記基板上の前記反射鏡組み立てアンカに引っ張られることにより前記反射鏡が前記引き起こされた状態で前記反射鏡スライドの前記並行移動を停止させるために前記反射鏡連結棒を前記反射鏡スライドの前記縦長開口部内に係止固定する固定機構とを備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項5】 前記支持板組み立て機構が、前記反射鏡スライド上に該反射鏡スライドの前記並行移動の方向に直交する方向に沿って前記反射鏡から遠くなる並進移動

3

が可能なるように配置された支持板組み立て用スライダと、前記支持板と前記支持板組み立て用スライダの一端部とを連結する支持板連結棒と、前記支持板組み立て用スライダの前記並進移動を前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記切り込みスリットが前記側縁端部を挾持する姿勢まで引き起こされたその位置で固定するために前記支持板組み立て用スライダの他端部を係止するように前記反射鏡組み立てスライダ上に配置された前記支持板組み立て用スライダの固定機構とを備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項6】 前記反射鏡スライダには、前記反射鏡の設置位置の両側又は両側のうちの一方の位置に縦長主開口部が設けられるとともに、一端が該縦長主開口部と連結され他端が前記反射鏡から遠ざかるように位置しかつ前記縦長主開口部の方向と直交するように配置された横長側路とが設けられており、

前記支持板組み立て機構が、前記基板上で前記反射鏡スライダの前記縦長開口部内に位置するように固定された支持板組み立てアンカと、前記反射鏡スライダの前記横長側路内に位置し該横長側路に沿って前記縦長主開口部に突出する位置まで移動可能なるように配置された支持板組み立てスライダと、前記支持板と前記支持板組み立て用スライダの一端部とを該支持板組み立てスライダの先端が前記縦長主開口部内に突出している位置で連結する支持板連結棒とを備え、

前記支持板組み立てアンカと前記支持板組み立てスライダとは、前記反射鏡スライダの該並進移動に伴って該支持板組み立てアンカが該支持板組み立てスライダの一部に接触して該支持板組み立てスライダを前記横長側路の奥に押し込む作用をするように構成配置され、

該支持板組み立てスライダと横長側路とは、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記支持板の前記切り込みスリットが前記反射鏡を挾持する姿勢まで引き起こされているその位置で、前記支持板組み立て用スライダの前記並進移動を係止停止する固定機構を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項7】 基板と、

該基板上を前記基板に固定されたガイドで規制された方向にのみ並進移動可能な反射鏡スライダと、

該反射鏡スライダを前記ガイドで規制された方向に前後移動させるためのアクチュエータと、

少なくとも一組の入力および出力光ファイバと、該入力光ファイバから出た光を前記基板と光軸が平行な空間伝播光ビームに変換する第一のレンズと、前記空間伝播光ビームを前記出力光ファイバに集光する第二のレンズと、

一端側の縁が少なくとも一つの第一のヒンジにより、該第一のヒンジの回転軸を回転中心として前記基板に対し

(3)

特開2001-255474

4

て垂直まで回転可能なるように、前記反射鏡スライダに取り付けられたマイクロミラー型反射鏡と、該反射鏡上に配置された反射面と、

前記反射鏡に第二のヒンジを介して結合され、前記反射鏡を前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こしてその位置で固定するための固定機構を含む反射鏡組み立て機構と、

前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態の前記反射鏡の側縁端部を挾持するための切り込みスリットを一端側に有し、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記切り込みスリットが前記側縁端部を挾持する位置に配置されるように、他端側が第三のヒンジにより、該第三のヒンジの回転軸を回転中心として回転可能なるように、前記反射鏡スライダに取り付けられた少なくとも一つの支持板と、前記支持板に第四のヒンジを介して結合され、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに前記切り込みスリットが前記側縁端部を挾持する姿勢まで引き起こされたその位置で固定するための固定機構を含む支持板組み立て機構が備えられ、

前記反射鏡組み立て機構により前記反射鏡が前記引き起こされた状態で固定され、かつ、前記支持板組み立て機構により前記引き起こされた前記支持板が前記固定された該反射鏡の前記側縁部を挾持して組み立てが完了し、該組み立てが完了した状態で前記反射鏡スライダを前記アクチュエータによる前記前後移動によって、前記反射面を設けた前記反射鏡が前記空間伝播光ビームを反射して光路を折り曲げる第一の位置にあるかまたは前記空間伝播光ビームを遮らない第二の位置にあるかに従って、該反射鏡に入射する入力光の光路が切り替えられるように構成された光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項8】 マトリクス状に配置された複数の光スイッチのおのおのは請求項1乃至7のいずれかに記載の構成を有する光ビーム空間伝播型光スイッチであることを特徴とするマトリクス光スイッチ。

【請求項9】 前記反射鏡組み立て機構と前記支持板組み立て機構とは、組み立て用アクチュエータが個別に設けられていることを特徴とする請求項1, 2, 3, 5又は7に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項10】 マトリクス状に配置された複数の光スイッチのおのおのは請求項9に記載の構成を有する光ビーム空間伝播型光スイッチであることを特徴とするマトリクス光スイッチ。

【請求項11】 組み立て用アクチュエータは前記支持板組み立て機構に対してのみ用いられていることを特徴とする請求項1, 2, 4, 5又は7に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項12】 マトリクス状に配置された複数の光スイッチのおのおのは請求項11に記載の構成を有する光ビーム空間伝播型光スイッチであることを特徴とするマ

50

トリクス光スイッチ。

【請求項13】 組み立て用アクチュエータは前記反射鏡組み立て機構に対してのみ用いられていることを特徴とする請求項1, 2, 3, 6又は7に記載の光ビーム空間伝播型光スイッチ。

【請求項14】 マトリクス状に配置された複数の光スイッチのおおのは請求項13に記載の構成を有する光ビーム空間伝播型光スイッチであることを特徴とするマトリクス光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光情報処理機器、光計測機器および光通信機器等の光回路に用いる光スイッチに係わり、特に小型化および集積化に有用なマイクロマシン技術を用いた光ビーム空間伝播型光スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来技術のマイクロマシン光スイッチには、トーションミラー型 (H. Toshiyoshi and H. Fujita, "Electrostatic micro torsion mirrors for an optical switch matrix", J. Microelectromech. Syst., vol. 5, pp. 231-237, 1996.) や米国特許第5960132号「Fiber-optic Free-space Micromachined Matrix Switches」などがある。前者は基板に開口部を設け、その内部に弾性変形可能な梁で接続された静電気力で回転可能なマイクロミラーを設けるとともに、基板に溝を設けて光ファイバを固定している。光ファイバから出射して空間を伝播する光ビームを基板に垂直状態のマイクロミラーで反射するか、又は水平状態にマイクロミラーを回転させて反射しないでそのまま直進させるかを切り替えて、出口側の異なる光ファイバに導き光スイッチ動作を実現している。また、後者の光スイッチは、基板上に表面マイクロマシン技術などで自由に回転可能なマイクロミラーを設け、マイクロミラーを連結棒とヒンジを介して静電アクチュエータと結合してアクチュエータの基板上での移動に応じてマイクロミラーを基板と平行な状態と垂直な状態に切り替えることができるように構成されている。光ファイバから出射した光をレンズでコリメートし、空間伝播する光ビームを基板に垂直状態のマイクロミラーで反射するか、水平状態にマイクロミラーを回転させて反射しないでそのまま直進させるかを切り替えて、出口側の異なるレンズおよび光ファイバの組みに導き光スイッチ動作を実現している。また、同じく表面マイクロマシン技術で基板に直立させたマイクロミラーを静電アクチュエータでスライドさせて光ビームの光路切り替えを行う3次元マイクロミラー光スイッチ (S. Lee, E. Motamedi, and M. C. Wu, "Surface-micromachined free-space fiber optic switches with integrated microactuators for optical fiber communication systems", Transducers '97, 1997 International Co

nference on Solid-State Sensors and Actuators, Chicago, Jun. 16-19, 1997, paper 1A4.07P.) もある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来技術のトーションミラー型のような光スイッチでは、製造において基板にマイクロミラーを垂直に立てることが可能な深さの凹部を形成するための加工を施す必要があり、また、別体でミラーの角度精度を決めるストッパを精密加工した基板を要するなど加工に時間がかかりひいては製造コストが10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 24

させるためのアクチュエータと、一端側の縁が少なくとも一つの第一のヒンジにより、該第一のヒンジの回転軸を回転中心として前記基板に対して垂直になるまで回転可能なるように、前記反射鏡スライダに取り付けられたマイクロミラー型反射鏡と、前記反射鏡に第二のヒンジを介して結合され、前記反射鏡を前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こしてその位置で固定する固定機構を含む反射鏡組み立て機構と、前記反射鏡が前記基板に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態になったときの該反射鏡の姿勢を維持するために、前記反射鏡スライダに取り付けられた支持板を含む支持板組み立て機構とが、予め備えられ、前記反射鏡組み立て機構により前記反射鏡が前記引き起こされた状態で固定され、かつ、前記支持板組み立て機構により前記引き起こされ固定された前記反射鏡の姿勢が前記支持板により支持されて前記反射鏡の組み立てが完了し、該組み立てが完了した状態で前記反射鏡スライダを前記アクチュエータによる前記前後移動によって、前記反射面を設けた前記反射鏡が該反射鏡に入射する空間伝播光ビームを反射して光路を折り曲げる第一の位置にあるかまたは該空間伝播光ビームを遮らない第二の位置にあるかによって、該反射鏡に入射する入力光の光路が切り替えられるように構成されている。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明による光ビーム空間伝播型光スイッチは、入射光の光路を直進させるかまたは折り曲げるかを、スイッチのON状態とOFF状態との一方と他方に対応させて使用することができる。また、本発明による光ビーム空間伝播型光スイッチを複数個配置したマトリクススイッチでは複数の入力光の光路を個別に制御することができる。例えば、4枚の反射鏡を各中心が一つの正方形（または平行四辺形）の各頂点の位置に互いに平行になるように配置して、これらの反射鏡に前記の正方形か平行四辺形の相対向する一方の組の二辺にそれぞれ沿う方向に二つの入力光 I_1 、 I_2 を入射させれば、その正方形または平行四辺形の他方の組の二辺にそれぞれ沿う方向に二つの出力光 O_1 、 O_2 を取り出すことができる。この場合には、4枚の反射鏡のON-OFF状態の制御により $I_1 \rightarrow O_1$ 、 $I_2 \rightarrow O_2$ の入出力関係（平行状態）と $I_1 \rightarrow O_2$ 、 $I_2 \rightarrow O_1$ の入出力関係（交差状態）とが切り替え選択されることになる。これを拡張して、 $M \times N$ （ $N \geq M > 1$ の整数）個の反射鏡をM行N列のマトリクス状に配置して第m行では第n列（m、nは正の整数で $M \geq m \geq 1$ 、 $N \geq n \geq 1$ ）の反射鏡のみをON（反射状態）にして、 $I_m \rightarrow O_n$ の入出力関係が得られ、非閉塞のM入力N出力の光スイッチを構成することができる。

【0007】（実施例1）図1は本発明の第1の実施例である。この実施例において、100は本実施例の主要部である光スイッチ、10は半導体材料等の表面が平坦な基板である。1は一端側の縁が第一のヒンジ12によ

り、該第一のヒンジ12の回転軸を回転中心として回転可能なるように、反射鏡スライダ9上に取り付けられた反射鏡である。2はこの反射鏡1の上に光ビームを反射する材料で形成された反射面、3は反射鏡1の側縁に設けられた反射鏡側縁端部（張出部）である。

【0008】反射鏡スライダ9は、基板10の表面上に配置され、基板10に固定された反射鏡スライダガイド18によって決められた方向にのみ並進移動が可能である。反射鏡スライダ9の移動範囲は、図2（a）に示すように反射面2の中心に入射光ビーム200の光軸が当たる反射状態における基板10上の位置300から、図2（b）に示すように反射鏡1が入射光ビーム200を全く遮らず透過光ビーム202として反射鏡1を通過するまでに後退した非反射状態における基板10上の位置301までである。反射鏡スライダ9の移動制御は、非反射状態における位置301から反射状態における位置300の方向へ動かす反射鏡移動用第1のアクチュエータ21、および反対方向へ動かす反射鏡移動用第2のアクチュエータ22により行われる。反射状態における位置300は高精度に決める必要があるので、基板10に固定したストッパを用いることで解決することができる。非反射状態における位置301の精度は高い必要はない。

【0009】反射鏡1には第二のヒンジ103を介して反射鏡1を基板10に垂直になる姿勢まで引き起こして固定する反射鏡組み立て機構101が結合されている。本実施例において、反射鏡組み立て機構101は、スライダ9の表面上を滑動可能なるように配置された反射鏡組み立て用スライダ7と、反射鏡1の下部と反射鏡組み立て用スライダ7とを連結する反射鏡連結棒5と、反射鏡組み立て用スライダ7の固定機構11と、反射鏡連結棒ヒンジ13と、スライダ用ガイド17と、反射鏡組み立て用アクチュエータ20とで構成される。

【0010】4は支持板であり、基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態の反射鏡1の側縁端部3を挟持するためのスリット23を一端側に有し、反射鏡1が基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときにスリット23が反射鏡側縁端部3を挟持する位置に配置されるように、他端側が支持板ヒンジ（第三のヒンジ）14により、第三のヒンジ14の回転軸を回転中心として回転可能なるように、反射鏡スライダ9に取り付けられている。支持板4には、反射鏡1が基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに、スリット23が反射鏡側縁端部3を挟持する姿勢まで支持板組み立て機構結合ヒンジ（第四のヒンジ）104を回転中心としてその支持板4を引き起こして、その位置で停止する支持板組み立て機構102が結合されている。本実施例において、支持板組み立て機構102は、支持板連結棒6、支持板組み立て用スライダ8、固定機構11、支持板連結棒ヒンジ15、支持板組み立て

用ガイド16、支持板組み立て用アクチュエータ19とで構成されている。支持板連結棒6は、支持板4とスライダ8とを連結している。本実施例では、アクチュエータとして、すべて静電型のスクラッチドライブアクチュエータを用いている。

【0011】図3～5は、本実施例の光スイッチの組み立てについて説明するための図である。

【0012】図3は組み立て前の光スイッチ100の俯瞰図であり、基板10は省略してある。この状態では反射鏡1および支持板4は、反射鏡スライダ9と平行になるように倒置された状態である。この状態から反射鏡組み立て用アクチュエータ20により反射鏡組み立て用スライダ7を反射鏡組み立て用ガイド17に沿って図の下方へ移動させると、駆動力は反射鏡連結棒5および反射鏡連結棒ヒンジ13を通じて反射鏡1に伝達されて、反射鏡1は反射鏡スライダ9および基板10に対して垂直になるまで手前に引き起こされ、固定機構11によりその位置に固定される。次いで、支持板組み立て用アクチュエータ19により支持板組み立て用スライダ8を支持板組み立て用ガイド16に沿って図の左側のスライダ8は左方向に図の右側のスライダ8は右方向に反射鏡スライダ9の外側の縁に向かって移動させると、駆動力は支持板連結棒6および支持板連結棒ヒンジ15を通じて支持板4に伝達されて支持板4は引き起こされる。支持板4の一端側に設けたスリット23が反射鏡側縁端部（張出部）3を挟持する姿勢まで支持板4が引き起こされたとき、固定機構11により支持板4をその位置に固定する。

【0013】図4は組み立て後の光スイッチ100の俯瞰図であり、反射鏡1が反射鏡スライダ9および基板10に対して垂直に立ち、支持板4の一端側に設けたスリット23が反射鏡側縁端部（引出部）3を挟持した状態となっている。図4の矢印Aの方向から光スイッチ100を見たのが図5であり、組み立て後はこの状態で基板10の表面上を反射鏡スライダ9が移動して図2に示したようなスイッチング動作を行う。このように、本発明では光スイッチの組み立て工程をアクチュエータにより自動化している。また、支持板4の一端側に設けたスリット23が反射鏡側縁端部（引出部）3を挟み込んで反射鏡スライダ9および基板10に対して反射鏡1が垂直になるように高精度に位置決めを行うことができる。また、振動等に対する安定性を向上させることも可能となる。

【0014】図6は固定機構11の構成及び機能を詳細に説明するための図である。本実施例の固定機構11は、くさび部11aと、弾性梁11bおよび反射鏡スライダ9に固定されたアンカ11cにより構成される。図6(a)は組み立て前の状態であり、図3に示した状態と同じである。くさび部11aは支持板組み立て用スライダ8と離れた状態である。図6(b)は組み立て中の

状態を示しており、図3と図4の中間の状態である。支持板組み立て用スライダ8の図左方及び右方への移動により、くさび部11aは支持板組み立て用スライダ8の図示外側下端の位置に接触するが、弾性梁11bが撓んでくさび部11aは支持板組み立て用スライダ8の側面図示下縁外側端に沿うことになる。さらに、支持板組み立て用スライダ8が左方に移動し、支持板4の一端側に設けたスリット23が反射鏡側縁端部（張出部）3を挟持する姿勢まで反射鏡1が引き起こされた状態で、ちょうどくさび部11aの先端がくさび形切り込み24にはまり込んで支持板組み立て用スライダ8を固定する。この状態が図6(c)である。

【0015】以上のような構成により、反射鏡1に入射する入射光ビーム200の光路が切り替えられるようにした光スイッチが実現可能である。

【0016】図7は、本発明の光スイッチの具体的使用例として、単純なON-OFFスイッチを構成した場合である。この光路構成では、直進方向を出力としており、光ファイバ25aからの入射光は、レンズ26aでコリメートされてスイッチ100に入射し、反射鏡1が前記反射状態における位置300（OFF状態）では反射されて光路が折り曲げられるが、反射鏡1が前記非反射状態における位置301（ON状態）では直進する。この構成では、出力は反射鏡1が非反射状態における位置301で光が直進通過した方向にレンズ26bを置き出力側の光ファイバ25bに集光して出力を取り出す。

【0017】図8は図7の構成の変形であり、光路が直進通過の場合と反射鏡1で折り曲げられる場合のそれぞれ出力 O_1 および O_2 として取り出す1入力2出力（1×2）光スイッチの構成である。

【0018】以上の説明において、各アクチュエータは静電型のスクラッチドライブアクチュエータを用いているが、これに限らず所望の駆動力とストロークを達成し得るものであればよい。また、固定機構11としてアンカ11c側にくさび部11aおよび弾性梁11bを取り付けたものを一組用いた構成を図6で説明したが、これに限らず複数の組を用いてもよい。また、図9に示すように反射鏡組み立て用スライダ7あるいは支持板組み立て用スライダ8にくさび部11aおよび弾性梁11bを取り付けてくさび状の切れ込みを設けたくさび受けアンカ11dを反射鏡スライダ9に固定した構成でも同様の機能を達成することができる。

【0019】（実施例2）図10は本発明の第2の実施例である。この実施例において、100は本実施例の光スイッチ、10は半導体材料等の表面が平坦な基板である。1は一端側の縁が反射鏡ヒンジ（第一のヒンジ）12により、該第一のヒンジ12の回転軸を回転中心として回転可能なるように、反射鏡スライダ9上に取り付けられた反射鏡である。この反射鏡1上に光ビームを反射する材料で形成された反射面2を、また両側縁に反射鏡

側縁端部（張出部）3を設けている。

【0020】反射鏡スライダ9は基板10の表面上に配置され、基板10に固定された反射鏡スライダガイド18によって決められた方向にのみ並進移動が可能である。反射鏡スライダ9の移動範囲は、組み立て後において図2（a）に示すように反射面2の中心に入射光ビーム200の光軸が当たる反射状態における位置300から、図2（b）に示すように反射鏡1が入射光ビーム200を全く遮らず透過光ビーム202として反射鏡1を通過するまでに後退した非反射状態における位置301までであるが、組み立て時には反射状態における位置300から非反射状態における位置301に向かう方向で非反射状態における位置301を越えた組み立て時の位置302まで移動される。反射鏡スライダ9の移動は、非反射状態における位置301から反射状態における位置300の方向へ動かす反射鏡移動用第1のアクチュエータ21、および反対方向へ動かす反射鏡移動用第2のアクチュエータ22により行われる。

【0021】反射鏡1には反射鏡組み立て機構結合ヒンジ（第二のヒンジ）103を介して反射鏡1を基板10に垂直になる姿勢まで引き起こして固定する反射鏡組み立て機構101aが結合されている。本実施例において前記反射鏡組み立て機構101aは、反射鏡連結棒5と、くさび部11aと弾性梁11bとくさび形切り込み24からなる固定機構11と、第二のヒンジ103と、反射鏡組み立て用ガイド17と、基板10に固定された反射鏡組み立てアンカ27と、突起28とで構成される。反射鏡連結棒5の一端は、第二のヒンジ103により反射鏡1の下部に接続されており、その他端にくさび部11aと弾性梁11bが設けられているとともに、その他端の側縁には反射鏡を組み立てアンカ27と引っ掛かる突起28が張り出している。

【0022】4は支持板であり、基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態の反射鏡1の側縁端部3を挟持するためのスリット23を一端側に有し、反射鏡1が基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときにスリット23が反射鏡側縁端部3を挟持する位置に配置されるように、他端側が第三のヒンジ14により、支持板ヒンジ（第三のヒンジ）14の回転軸を回転中心として回転可能なるように、反射鏡スライダ9に取り付けられている。支持板4には、反射鏡1が基板10に垂直になる姿勢まで引き起こされた状態にあるときに、スリット23が反射鏡側縁端部3を挟持する姿勢まで支持板組み立て機構結合ヒンジ（第四のヒンジ）104を回転中心としてその支持板4を引き起こして、その位置で停止する支持板組み立て機構102aが結合されている。本実施例において支持板組み立て機構102aは、支持板連結棒6と、支持板組み立て用スライダ8と、くさび部11aと弾性梁11bとくさび形切り込み24とからなる固定機構11と、支持板連結棒ヒンジ1

5と、支持板組み立て用ガイド16と、基板10に固定された支持板組み立てアンカ30とで構成される。

【0023】反射鏡スライダ9には、基板10に固定された反射鏡組み立てアンカ27および支持板組み立てアンカ30がその反射鏡スライダ9の移動を妨げないように、反射鏡スライダ9を貫通した反射鏡組み立てアンカ用開口部（縦長開口部）29および支持板組み立てアンカ用開口部（縦長主開口部）31を備えている。反射鏡組み立てアンカ用開口部29の図示下縁には、反射鏡連結棒5の他端部に設けられたくさび部11aと係合するくさび形切り込み24が設けられている。本実施例ではアクチュエータとして、すべて静電型のスクラッチドライブアクチュエータを用いている。

【0024】次に、図10～12を用いて本実施例の光スイッチの組み立てについて説明する。

【0025】図10は組み立て前の光スイッチ100の俯瞰図であり、この状態では反射鏡1および支持板4は、反射鏡スライダ9と平行になるように倒置された状態である。反射鏡スライダ9には、反射鏡1の設置位置から反射面2の前面の位置に縦長開口部29が設けられている。この状態から反射鏡移動用第2のアクチュエータ22により反射鏡スライダ9を反射鏡スライダガイド18に沿って図の上方へ非反射状態における位置301から組み立て時の位置302へ移動させると、反射鏡連結棒5の側縁端部に設けられた突起28は縦長開口部29内に位置するように基板10に固定された反射鏡組み立てアンカ27に引っ掛かり、反射鏡連結棒5と第二のヒンジ103は反射鏡スライダ9の移動とともに移動するため、反射鏡1は反射鏡組み立て機構結合ヒンジ103を通じて反射鏡連結棒5により引き起こされる。この際に、反射鏡連結棒5の反射鏡組み立て機構結合ヒンジ（第二のヒンジ）103側端部には反射鏡スライダ9から浮き上がる力が作用するが、反射鏡連結棒5の突起28が設けられた付近には、反射鏡連結棒5と交叉して上から押さえるように反射鏡組み立て用ガイド17が配置されることにより反射鏡連結棒5が浮き上がらないように構成されており、かつ反射鏡連結棒5は弾性的に湾曲する材質および寸法になっている。図11に示すように反射鏡スライダ9が組み立て時の位置302に達した時に、反射鏡1が反射鏡スライダ9および基板10に対して垂直になるように各部を設計しておくと共に、くさび部11aが反射鏡スライダ9の縦長開口部29の図示下縁に設けられたくさび形切り込み24にはまり込むように配置しておくことにより、反射鏡1を垂直に固定することができる。

【0026】反射鏡スライダ9には、反射鏡1の設置位置の両（又は両側のうちの一方）の位置に、縦長主開口部31が設けられている。さらに、縦長主開口部31には、一端がその縦長主開口部31と連結され、他端が反射鏡1から遠ざかるように位置しかつその縦長主開口部

13

31の方向と直交するように配置された横長側路が設けられている。上述したように、反射鏡移動用第2のアクチュエータ22により反射鏡スライダ9を図の上方へ非反射状態における位置301から組み立て時の位置302へ移動させたとき、図11に示すように支持板組み立て用スライダ8の一端は縦長主開口部31内に突出した状態に位置するように基板10に固定されたくさび状の支持板組み立てアンカ30の移動に押されることによって反射鏡スライダ9の外側方向(図示の左方向)へ押し出される。支持板組み立て用スライダ8は支持板連結棒6を引っ張り、支持板組み立て機構結合ヒンジ(第四のヒンジ)104を通じて支持板4は引き起こされる。反射鏡スライダ9が組み立て時の位置302に達した時に、支持板4の一端側に設けたスリット23が反射鏡側縁端部(張出部)3を挟持する姿勢になるように各部を設計しておくと共に、くさび部11aが横長側路32の図示左縁(又は右縁)に設けられたくさび形切り込み24にはまり込むように配置しておくことにより、スリット23が反射鏡側縁端部(張出部)3を挟持した状態に固定される。

【0027】上述した組み立ての終了後、図12に示すように反射鏡移動用第1のアクチュエータ21により反射鏡スライダ9を図の下方へ組み立て時の位置302から非反射状態における位置301へ移動させて光スイッチとしての動作準備が完了する。図12に示した非反射状態から図13に示したように反射鏡移動用第1のアクチュエータ21で反射鏡スライダ9を非反射状態における位置301から反射状態における位置300に移動させて反射状態に切替えが可能である。

【0028】以上のような構成により、反射鏡1に入射する入射光ビーム200の光路が切り替えられるようにした光スイッチが実現可能である。

【0029】本発明の光スイッチの具体的使用例としては、実施例1の説明において図7および図8を用いて述べた単純なON-OFFスイッチや1入力2出力(1×2)光スイッチと同様の使用例に適用することができる。

【0030】以上の説明において、各アクチュエータは静電型のスクラッチドライブアクチュエータを用いているが、これに限らず所望の駆動力とストロークを達成し得るものであればよい。また、固定機構11として反射鏡連結棒5あるいは支持板組み立て用スライダ8にくさび部11aおよび弾性梁11bを取り付け、反射鏡スライダ9にくさび形切り込み24を設けた構成を用いて説明したが、これに限らず反射鏡連結棒5あるいは支持板組み立て用スライダ8の端部にくさび形切り込み24を設け、反射鏡スライダ9にくさび部11aおよび弾性梁11bを取り付けた構成でも同様の機能を達成することができる。

【0031】(実施例3)図14、図15は本発明の第

(8)

特開2001-255474

14

3の実施例を示しており、実施例1あるいは実施例2で示した反射鏡1を複数枚、1枚の基板10に集積化した構成でマトリクススイッチ105を実現している。

【0032】図14は反射鏡1を4枚、1枚の基板10に集積化した構成で、2×2光スイッチを実現する実施例である。ここでは、4枚の反射鏡が互いに平行になり、かつ、反射状態位置における各反射鏡中心が1つの正方形の各頂点に位置するように配置され、これらの4枚の反射鏡にこの正方形の相対向する一方の組の二辺にそれぞれ沿う方向に入射させた第1、第2の入力光 I_1 、 I_2 が、その正方形の相対向する他方の組の二辺にそれぞれ沿う方向に、入出力関係の平行状態又は交差状態のいずれかに切り替え選択して出力光 O_1 、 O_2 を取り出している。

【0033】図14(a)は入力光と出力光が交差しない関係で入力1が入力2に出力2に取り出される光マトリクススイッチ105を構成する場合であり、図14(b)は入力光と出力光が交差する関係で入力1が出力2に出力1に取り出される光マトリクススイッチ105を構成する場合である。いずれも入力光と出力光が直交しているが、4枚の反射鏡が平行になる配置であればこれに限らない。例えば、4枚の反射鏡が互いに平行になり、かつ反射状態位置における各反射鏡中心が1つの平行四辺形の各頂点に位置するように配置されてもよい。

【0034】図15は2×2構成の拡張であり、 $M \times N$ ($N \geq M > 1$ の整数)個の反射鏡をM行N列のマトリクス状に配置して R_m 行では C_n 列(m, n は正の整数で $M \geq m \geq 1, N \geq n \geq 1$)の反射鏡のみを反射状態にして、入力光 I_m から出力光 O_n の入出力関係が得られ、非閉塞のM入力N出力の光スイッチ105を構成することができる。

【0035】

【発明の効果】本光ビーム空間伝播型光スイッチの利点は次の通りである。

(1) 光ビームは空間伝播するため低損失かつ偏波依存性が小さい。

(2) 光ビーム径を適切に選べば、鏡によるビームのON, OFFであるから消光比を非常に大きくとることができる。また、クロストークを極めて小さくすることができる。

(3) マイクロマシン技術で作製するため、超小型、超軽量であり、また、多数の反射鏡を同一基板に集積化することができ、また、自動組み立てが可能のため安価にマトリクス光スイッチが得られる。

(4) マイクロミラーの角度精度が良いために、基板を大型化して光路が長くなっても光軸ずれによる光損失の増加が少ない。従って、マトリクス光スイッチを大規模化するのが容易である。

【0036】以上のように本発明により、超小型でアレ

50

イ状に集積化が容易であり安価に光スイッチおよび大規模マトリクス光スイッチを提供できるため、光スイッチの占有容積削減および集積化による部品点数や光配線の削減が可能で光情報処理機器、光計測機器および光通信機器の小型化、高信頼化ならびに低コスト化が図れ、その光情報処理、光計測および光通信分野における効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示す実施例1の動作を説明するための斜視図(a)(b)である。

【図3】図1に示す実施例1の組み立て前の状態を示す平面図である。

【図4】図1に示す実施例1の組み立て後の状態を示す平面図である。

【図5】図4の矢印A方向からみた正面図である。

【図6】本発明の実施例1に用いる固定構造の組み立て要領を説明するための組み立て前の状態(a)、組み立て中の状態(b)、組み立て完了の状態(c)を示す平面図である。

【図7】本発明による光スイッチの使用例を示す光伝送路図である。

【図8】本発明による光スイッチの1入力2出力切り替え光スイッチとしての使用例を示すブロック図である。

【図9】本発明の実施例1に用いる他の固定構造の組み立て要領を説明するための組み立て前の状態(a)、組み立て中の状態(b)、組み立て完了の状態(c)を示す平面図である。

【図10】本発明の実施例2の組み立て前の構成を示す平面図である。

【図11】本発明の実施例2の組み立て中の状態を説明するための平面図である。

【図12】本発明の実施例2の組み立て完了後における光信号の非反射状態を説明するための平面図である。

【図13】本発明の実施例2の組み立て完了後における光信号の反射状態を説明するための平面図である。

【図14】本発明の実施例3の構成例を示すブロック図である。

【図15】本発明の実施例3の他の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 反射鏡
- 2 反射面
- 3 反射鏡側縁端部(張出部)
- 4 支持板
- 5 反射鏡連結棒
- 6 支持板連結棒
- 7 反射鏡組み立て用スライダ

8 支持板組み立て用スライダ

9 反射鏡スライダ

10 基板

11 固定機構

11a くさび部

11b 弾性梁

11c アンカ

11d くさび受けアンカ

12 反射鏡ヒンジ

13 反射鏡連結棒ヒンジ

14 支持板ヒンジ

15 支持板連結棒ヒンジ

16 支持板組み立て用ガイド

17 反射鏡組み立て用ガイド

18 反射鏡スライダガイド

19 支持板組み立て用アクチュエータ

20 反射鏡組み立て用アクチュエータ

21 反射鏡移動用第1のアクチュエータ

22 反射鏡移動用第2のアクチュエータ

20 23 スリット

24 くさび形切り込み

25a 入力側光ファイバ

25b 出力側光ファイバ

26a 入力側レンズ

26b 出力側レンズ

27 反射鏡組み立てアンカ

28 突起

29 反射鏡組み立てアンカ用開口部(縦長開口部)

30 支持板組み立て用アンカ

30 31 支持板組み立てアンカ用開口部(縦長主開口部)

32 横長側路

100 光スイッチ

101, 101a 反射鏡組み立て機構

102 支持板組み立て機構

103 反射鏡組み立て機構結合ヒンジ

104 支持板組み立て機構結合ヒンジ

105 マトリクス光スイッチ

200 入射光ビーム

201 反射光ビーム

40 202 透過光ビーム

203 入射光ビームの進行方向

204 反射光ビームの進行方向

300 反射状態における位置

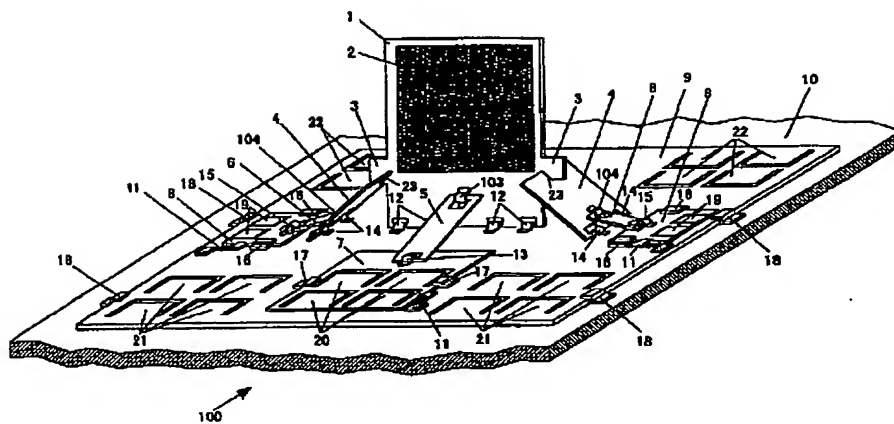
301 非反射状態における位置

302 組み立て時の位置

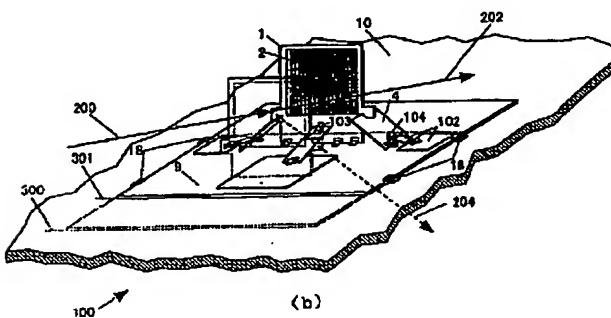
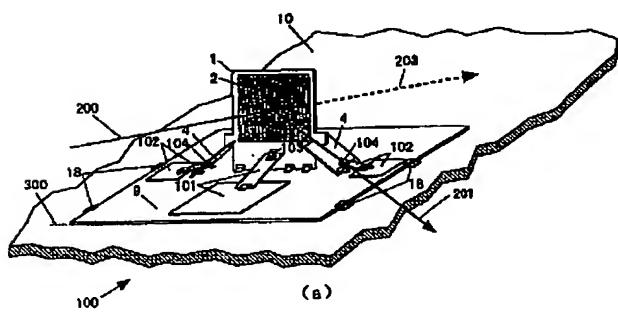
$R_1, R_2 \dots R_M$ 反射鏡配置の行方向

$C_1, C_2 \dots C_M$ 反射鏡配置の列方向

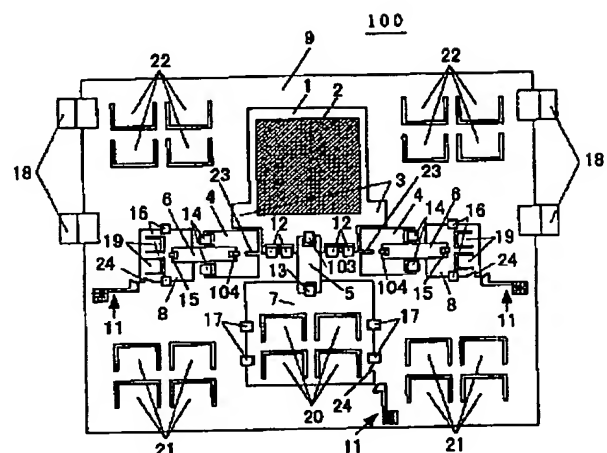
【図1】



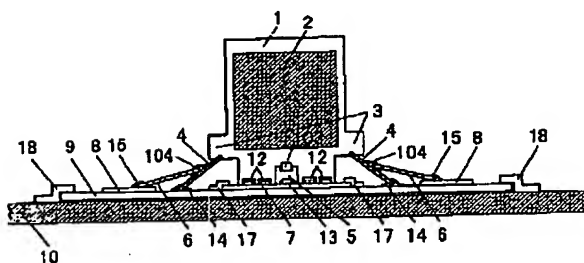
【図2】



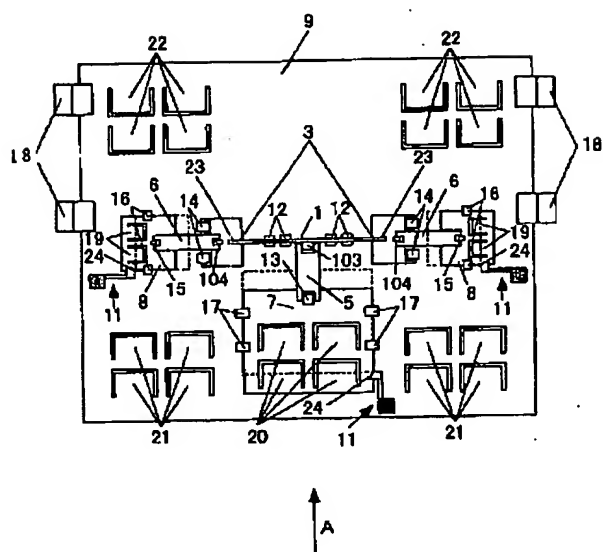
【図3】



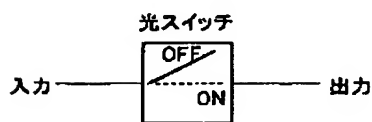
【図5】



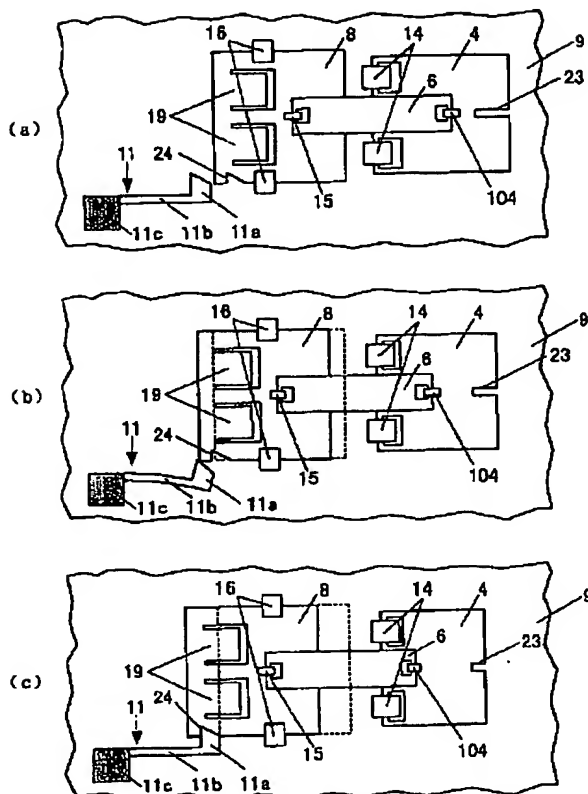
【図4】



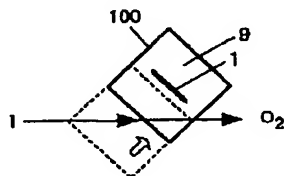
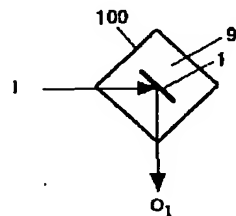
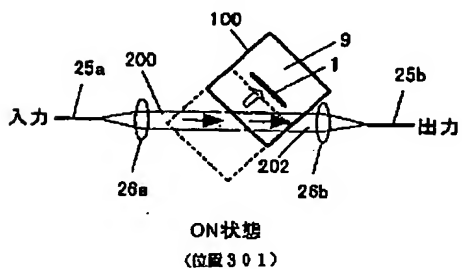
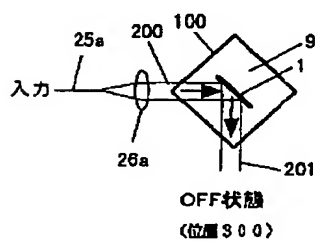
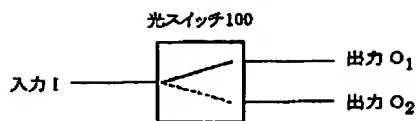
【図7】



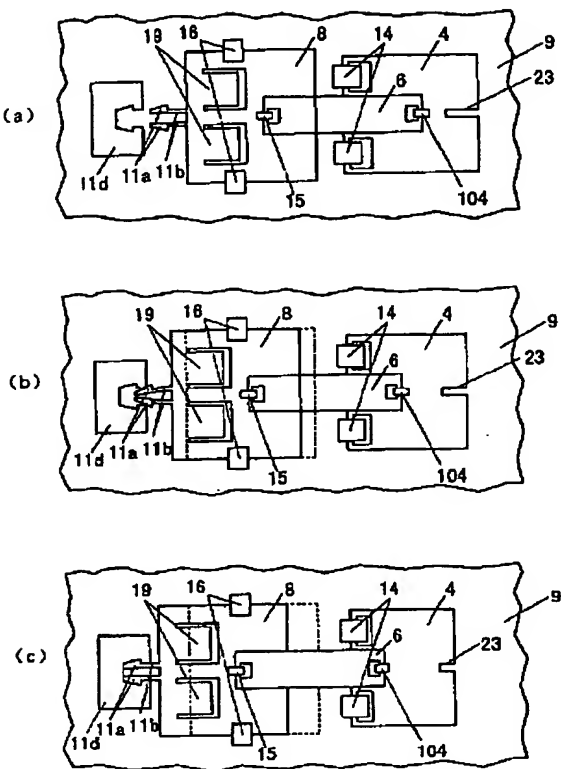
【図6】



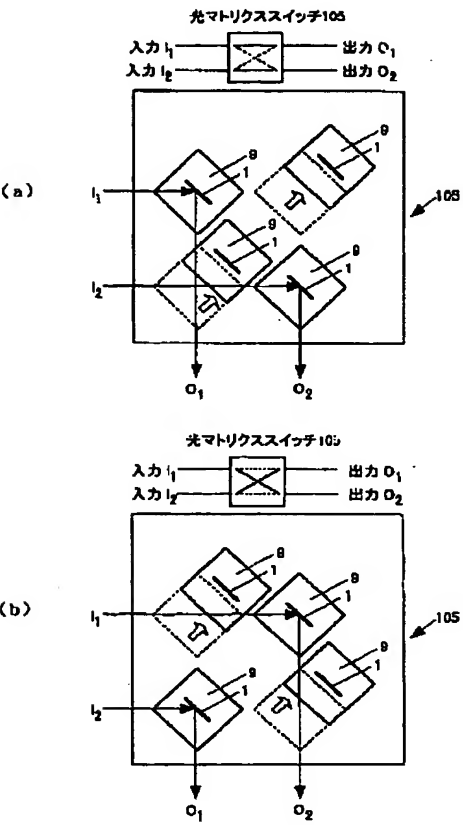
【図8】



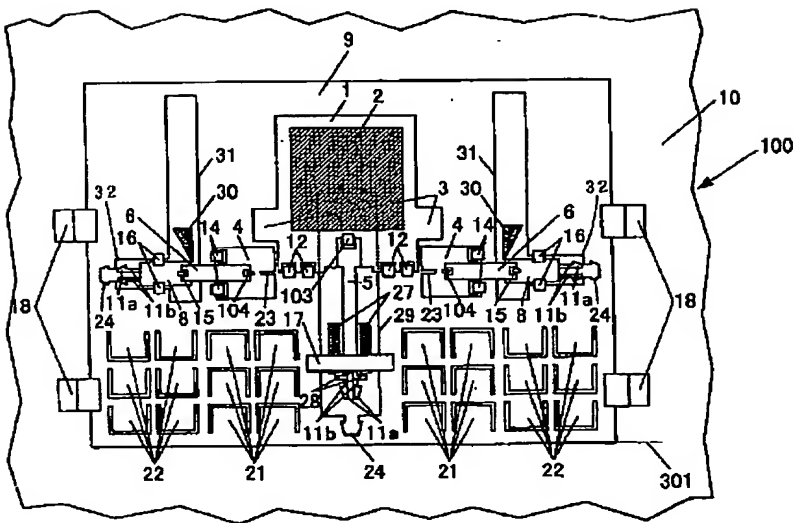
【図9】



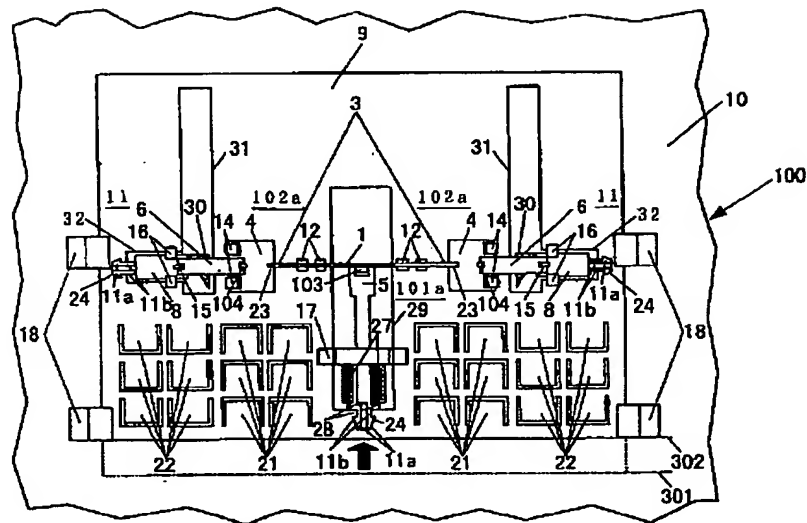
【図14】



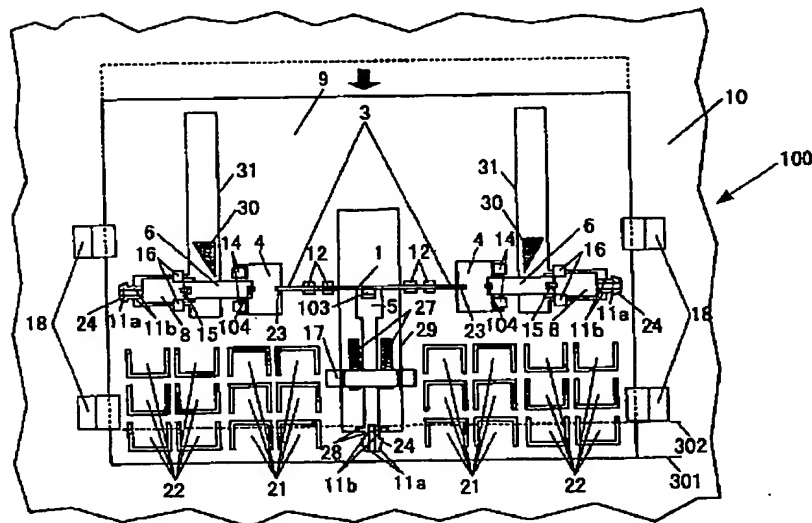
【図10】



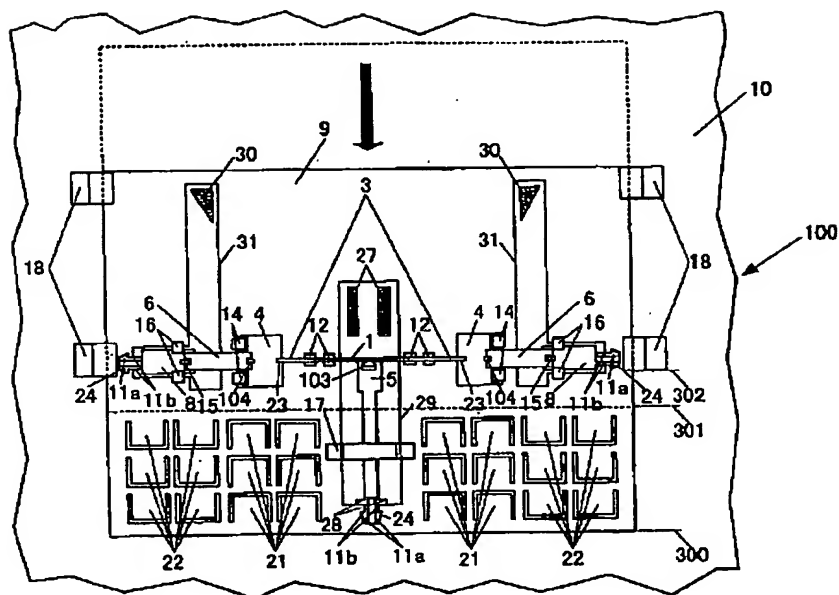
【図11】



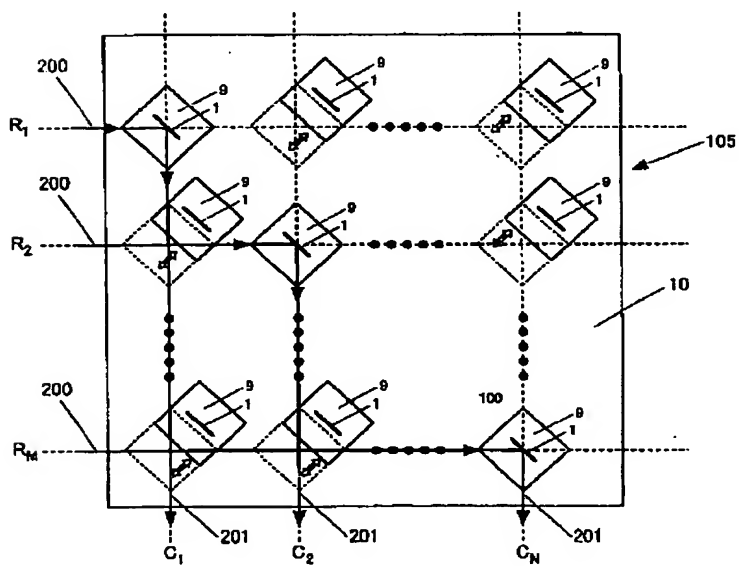
【図12】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 周
埼玉県上福岡市大原2-1-15 株式会社
ケイディディ研究所内

Fターム(参考) 2H041 AA04 AA14 AB13 AC06 AZ02
AZ03